Betonbauten der Römer, Kelten und Ägypter

Eugen Gabowitsch †

Wir wollen in diesem Artikel unterschiedliche Standpunkte zur „frühen" Verwendung des Baumaterials Beton unter die Lupe nehmen und über einige Erkenntnisse zur Benutzung von Beton beim Bau der Cheopspyramide erzählen.

„Bereits vor 2000 Jahren war Beton bekannt. Die Römer errichteten mit dem Baustoff großartige Kuppelbauten. Danach geriet Beton in Vergessenheit und wurde erst Anfang des 19. Jahrhunderts wieder entdeckt. Das Rezept ist im Wesentlichen gleich geblieben: Zement ist eine Mischung aus gebranntem Kalk, Sand und Ton, die im Ofen stark erhitzt wurde. Mit Sand und Wasser gemischt, verbindet er die Sandkörner zu einem steinartigen Material - dem Beton." [1]

„Die Römer hatten für den Bau ihrer Gebäude ***Beton*** *verwendet, der sich aus Sand, Kies oder zerstoßenen Steinen zusammensetzte und mit Hilfe von Zement zusammengehalten wurde - einer Mischung von Chemikalien, die unter Zusatz von Wasser hart wurden. Die erste Verbesserung gegenüber den Römern gelang 1824 dem englischen Steinmetz Joseph Aspdin (1799-1855). Er erfand eine Methode, Lehm und Kalkstein zu zerstoßen und zu brennen. Der auf diese Weise produzierte Zement war billiger und besser als die anderen, die zu der Zeit noch verwendet wurden. Aspdin nannte ihn* ***Portlandzement****, um seine Ähnlichkeit mit dem in Portland, Dorset, gehauenen Portlandstein zu unterstreichen."* [2], S. 259.

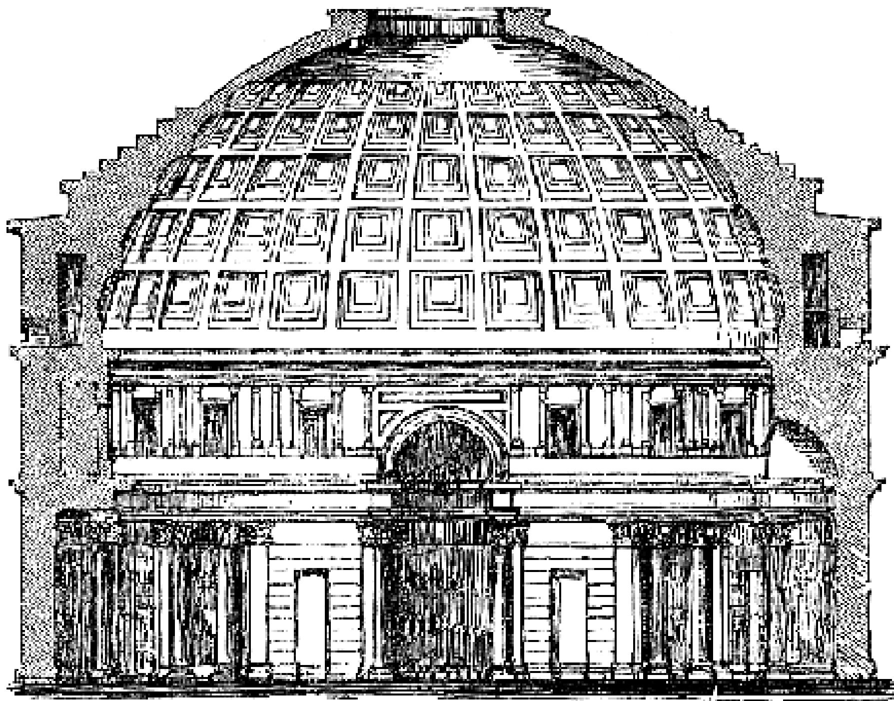


Auch ohne Beton hat man bienenkorbförmige Kuppeln gebaut: das fünfzehn Meter hohe Innere des Schatzhauses des Atreus in Mykene (nach anderen Annahmen: des Atreus-Grabes), datiert in das -14. Jahrhundert.

Diese zwei kurzen, das konventionelle Wissen widerspiegelnden Zitate provozieren sofort einige Fragen:

1. Haben die Römer Beton entdeckt? Waren die „Römer" wirklich die Einzigen, die während der Antike und überhaupt des Altertums Beton verwendeten?
2. Haben die Römer Beton nur für die Kuppelbauten verwendet?
3. Könnte es wirklich sein, dass eine so nützliche Erfindung wie Beton für fast zweitausend Jahre vergessen wurde?
4. Wurde Beton wirklich vor dem 19. Jahrhundert Hunderte von Jahren nicht verwendet?

Alle diese Fragestellungen müssen wir mit einem kurzen „NEIN" beantworten. Aber zuerst werden wir versuchen, besser zu verstehen, was eigentlich Beton bedeutet und was Beton von den anderen Baumitteln unterscheidet.



Das Pantheon in Rom im Querschnitt. Offizielle Datierung: 118-128.

Beton oder Mörtel? Mörtel oder Beton?

Lt. der Großen Sowjetischen Enzyklopädie, Band 3, Spalte 828, sowie [3], Band 2, S. 234: *„Beton (nach lateinisch bitumen) ist ein künstliches Baumaterial, das aus einer rationell zusammengestellten Mischung von Bindemittel entsteht, die normalerweise mit Wasser sowie mit Füllmaterialien wie Sand, Kies und kleinen Steinen sowie mit – in einigen Fällen – speziellen Zusatzstoffen vermischt wird und nach einer gewissen Zeit sich so erhärtet, dass sich ein künstlich erzeugter Stein bildet. Als Bindemittel kann Zement (dann entsteht der Zementbeton) oder Bitumen (im Falle des Asphaltbetons) verwendet werden, neuerdings auch Polymere (Kunststoffbeton).“*

Eine andere Definition:

*„**Beton** [be'tõ:; frz.; zu lat. bitumen „Erdharz“], Gemenge aus grobkörnigen Zuschlagstoffen, hydraul. Bindemitteln (meist Zement, aber auch Kalk, Gips und Asphalt) und Wasser, das nach seiner Vermischung verformbar ist, nach einer gewissen Zeit abbindet und durch chem. Reaktionen erhärtet.”* [4], Band 3, S. 176.

Also gut, das ist Beton. Und was ist Mörtel? Lesen wir nach:

„Steinartiger Baustoff, der meist aus einem Gemisch von Bindemittel, Sand und einer auf das Bindemittel abgestimmten Flüssigkeit (häufig Wasser) ggf. mit speziellen Zusätzen, hergestellt wird.” [3], Band 12, S. 212.

„Mörtel [...] *Gemisch zum Verbinden von Mauersteinen (Speis) oder zum Verputzen von Wänden und Decken. M. besteht aus einem oder mehreren Bindemitteln (gebrannter Kalk, Gips, Zement) sowie Sand, und wird mit Wasser ‚angemacht'. Bindemittel und Sand erhärten zu einer steinartigen Masse.”* ([4], Band 15, S. 48).

Also sind die zwei Begriffe oft kaum zu unterscheiden und konnten auch in historischen Beschreibungen verwechselt werden. Oft unterscheidet sie nur die Betrachtungsweise: Wenn wir die mit Mörtel verbundenen Steine als Teil des Gebauten betrachten, dann sprechen wir von Beton. Wenn wir diese Steine aus irgendeinem Grund von Bindemitteln unterscheiden, dann sprechen wir vom Mörtel. Wenn wir nur Sand als Füllung benutzen, dann ist das Mörtel, aber wenn auch Kies und größere Steine als Füllung verwendet werden, dann ist das gleiche Material als Beton zu bezeichnen. Eine spezielle Erfindung von Beton wird somit überflüssig.

Haben die Römer Beton entdeckt?

Im Kapitel „Wandlungen der Bautechnik” von [5] können wir nachlesen:

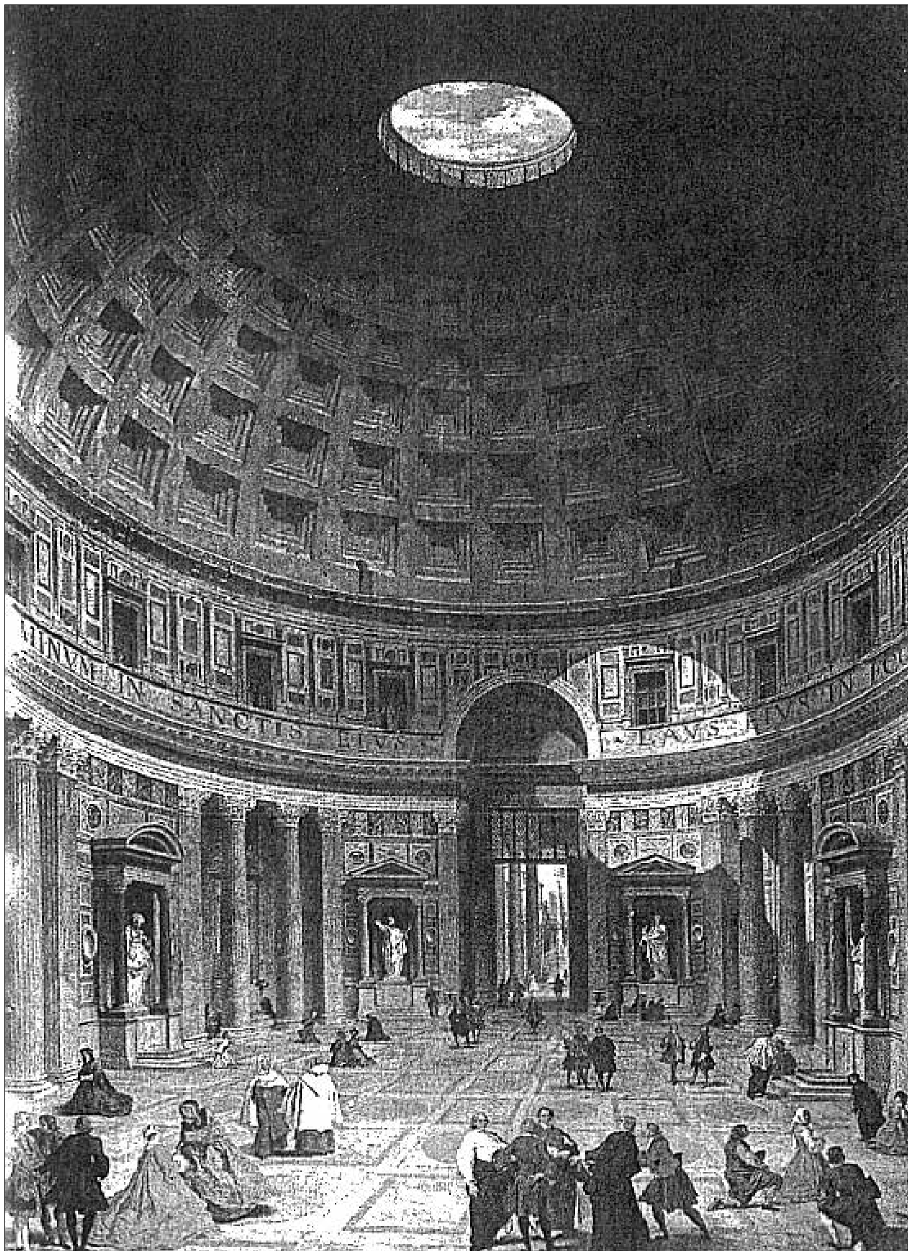
„In keinem anderen Bereich der antiken Technik kam es zu einem so schnellen und umfassenden Wandel wie im römischen Bauwesen. Während nur weniger Jahrzehnte wurden völlig neue Techniken entwickelt, die der Architektur zuvor ungeahnte Möglichkeiten eröffneten. Für diese Innovationen war nicht so sehr die Verwendung neuer Werkzeuge oder Geräte entscheidend als vielmehr die Nutzung neuer Baumaterialien.” (S. 261).

Es scheint, dass es doch um die Entdeckung vom Beton durch die Römer geht. Aber lesen wir ruhig weiter:

*„Voraussetzung für die in der römischen Bautechnik erzielten Fortschritte war die Übernahme des im **Hellenismus** zuerst in Süditalien entwickelten Mörtelmauerwerkes* (meine Hervorhebung – E. G.). *Mörtel, der aus Sand und Kalk hergestellt wird, besitzt die Eigenschaft, vermischt mit kleinen Steinen, zu erhärten und ein festes Konglomerat-Gestein* (also Beton – E. G.) *zu bilden. Wände aus Mörtelmauerwerk bestehen aus zwei Außenschalen und der Mörtelfüllung. Dabei änderte sich mit der Zeit das Material für die Außenschalen: Zuerst handelte es sich um unregelmäßige Bruchsteine (Opus incertum), dann um kleine, an einer Seite quadratische Tuffsteine (Opus reticulatum). Die Mauern aus solchen Tuffsteinen neigten allerdings dazu, Risse zu bekommen, weil die Fugen nicht versetzt waren. Daher hat man im frühen Principat die Mauern durch Lagen von gebrannten Ziegeln verstärkt (Opus mixtum). Nach dem Brand Roms unter Nero ging man schließlich dazu über, die Außenschalen vollständig aus Ziegeln zu errichten (Opus testaceum).”* (S. 261).

Also haben auch die Griechen Beton gekannt! Dass sie zuerst, nach Meinung der Historiker der Technik, nur die Verschalungen aus Stein kannten (die Letzteren werden so detailliert beschrieben, weil hier verschiedene, mit dem bloßen Auge zu sehende Unterschiede zu beobachten sind), sagt etwas über die Historiker und wenig über die Materie selbst. Jeder, der nach Griechenland oder Süditalien fährt, kann selber beurteilen, ob er in den Bauten aus der Zeit des Hellenismus nur Natursteine oder auch künstliche Steine mit klar zu sehenden Einschlüssen aus Kies beobachtet hatte.

Und was die Griechen konnten,



Haben die Römer Beton nur für die Kuppelbauten verwendet?

Lesen wir weiter im schon zitierten Kapitel aus [5]:

„Auf diese Weise wurde der Quaderstein als Material für die Mauern abgelöst und die qualifizierte Arbeit der Steinmetzen durch die Massenproduktion der Retikulatsteine ersetzt, die sich vielseitig verwenden ließen. Diese Technik eignete sich hervorragend für den Bau von Bogenkonstruktionen, wie sie für Brücken oder Aquädukte typisch waren.

In der Zeit der späten Republik entdeckten Architekten in Campanien, dass durch die Verwendung von Erden vulkanischen Ursprungs aus dem Gebiet von Puteoli und anderen Städten am Golf von Neapel ein Mörtel gewonnen werden konnte, der aufgrund seiner extrem hohen Festigkeit keine dauerhafte Verschalung aus Stein oder Ziegeln benötigte. Die früheste Erwähnung dieser Puteolanerde findet sich bei Vitruv (2, 6, l): »Es gibt aber auch eine Erdart, die von Natur wunderbare Ergebnisse hervorbringt. Sie steht im Gebiet von Bajae und der Städte, die rund um den Vesuv liegen. Mit Kalk und Bruchstein gemischt gibt sie nicht nur den übrigen Bauwerken Festigkeit, sondern auch Dämme werden, wenn sie damit im Meere gebaut werden, im Wasser fest.«" (S. 261-264).

Also haben „die Römer" den Beton

Gemälde von Giovanni Paolo Pannini: Das Pantheon in der Mitte des 18. Jahrhunderts. Vermutlich wurde es in Wirklichkeit erst im 17. oder 18. Jahrhundert erbaut.

konnten oft auch die Ägypter, insbesondere, wenn man die Verkürzungen der ägyptischen Geschichte berücksichtigt. Aber zu den Ägyptern kommen wir noch zurück. Hier bemerken wir nur, dass (lt. der Großen Sowjetischen Enzyklopädie), Gips und Kalk im alten Ägypten wie auch im antiken Griechenland bei Errichtung von Monumentalbauten, die teilweise noch existieren, verwendet wurden. Die alten Russen sollen dem Kalkmörtel schwach gebrannte Backsteine (vermutlich klein zerstückelt) beigemischt haben. (Band 28, Spalte 1433).



Aja Sophija heute. Sie wurde durch die Suleiman-Moschee (erbaut 1550-57) von dem genialen türkischen Architekten Mimar Sinan architektonisch klar übertroffen.



„Römisches“ Gewölbe aus Beton: Die Haupthalle der Traian-Märkte wird um das Jahr 110 datiert.

mindestens für folgende Zwecke verwendet:

- Für Mauerwerke und Triumphbögen,
- für Kuppelbau,
- für Brücken oder Aquädukte,
- für Dämme und Mole.

Wir nehmen an, dass damit die Liste der Anwendungen noch längst nicht erschöpft ist. Z. B. sehen die Rotationsmühlen aus Pompeji so aus, als wären sie in einem Gussverfahren aus Beton hergestellt [5], S. 220-221. Es wäre auch viel einfacher, diese Baumethode für Rotationsmühlen zu verwenden, als die beweglichen oberen Teile aus einem großen Stein in genauer Abstimmung mit der Form des unteren Teils zu produzieren (beim Betongießen wird diese Übereinstimmung automatisch erreicht).

Und weil die Autoren [5] das Wort „Beton” nicht verwenden und ständig – sogar im Falle der gegossenen Kuppel (s. unten) – von Mörtel sprechen, kann man die Verwendung von Beton an verschiedenen Stellen (Öfen, Gewölben etc.) annehmen.

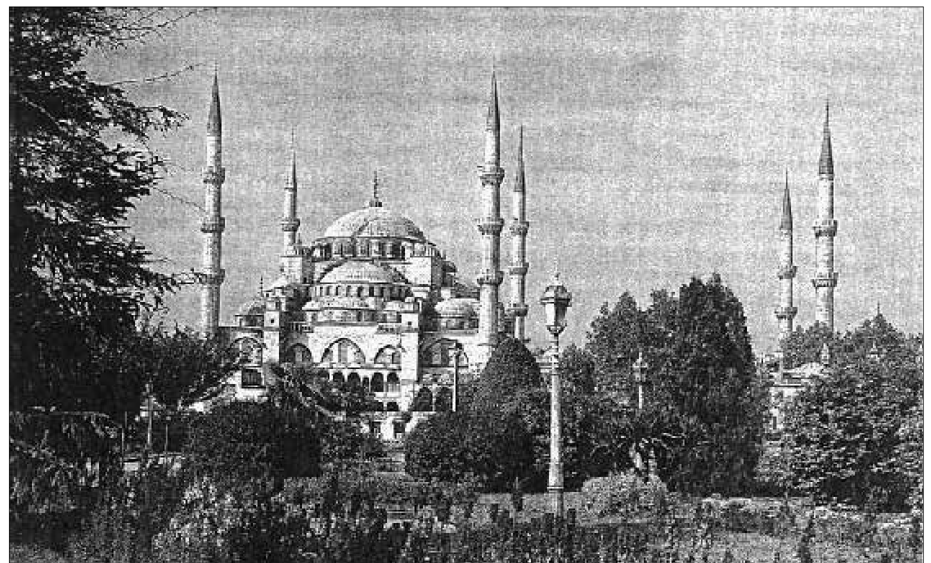
Könnte es wirklich sein, dass so eine nützliche Erfindung wie Beton für fast zweitausend Jahre vergessen wurde?

„Mörtel aus Puteolanerde wurde in eine Holzverschalung gegossen, die man nach dem Erhärten entfernte und anschließend wieder verwenden konnte. Dies war aber nicht nur bei Mauern, sondern auch bei Raumdecken - bei Gewölben und Kuppeln - möglich. Damit hatten die Architekten zum ersten Mal die bautechnischen Mittel in der Hand, um weite Innenräume ohne Stützen zu konzipieren. Die Gestaltung des Raumes wurde zu einer zentralen Aufgabe der Architektur. Seit dem 1. Jahrhundert waren große mithilfe der Gussmörtel-Technik (Opus caernenticium) geschaffene Hallen sowohl für Nutzbauten als auch für Palastanlagen und Tempel überhaupt keine Seltenheit mehr.” [5], 264-265.

Und so eine faszinierende Erfindung, die eine echte Revolution in der Bautechnik bedeutete, wurde einfach vergessen? Für Tausende von Jahren? Und warum? Darüber schreibt keiner der Historiker. Mindestens habe ich bisher nirgendwo eine Erklärung für diese Vergessenheit entdecken können. Vielleicht baute nach den „Römern” keiner mehr Hallengewölbe und Kuppeln? So sieht das eigentlich nicht aus:

„Die Römer bauten die ersten Kuppeln. Im Jahr -27 begannen sie mit dem Bau des Pantheons und krönten es mit einer Kuppel - der größten, die vor Beginn der Neuzeit errichtet wurde. Allerdings wirkt sie klobig und ruht auf einem Rundbau. Zudem hat sie nur eine Öffnung im Scheitelpunkt, sodass die ästhetische Wirkung begrenzt bleibt. Um 480 gelang es Baumeistern des Oströmischen Reichs, eine Kuppel auf einen viereckigen Unterbau zu setzen und mit vielen Fenstern zu versehen, ohne dass sie dadurch an Stabilität verlor.

Auf die dabei gewonnenen Erkenntnisse griff man zurück, als der oströmische Kaiser Justinian (der von 527 bis



Sultan-Achmet-Moschee: Erbaut 1609-1616 durch einen Schüler des großen Sinan. Kuppeldurchmesser 23 Meter.

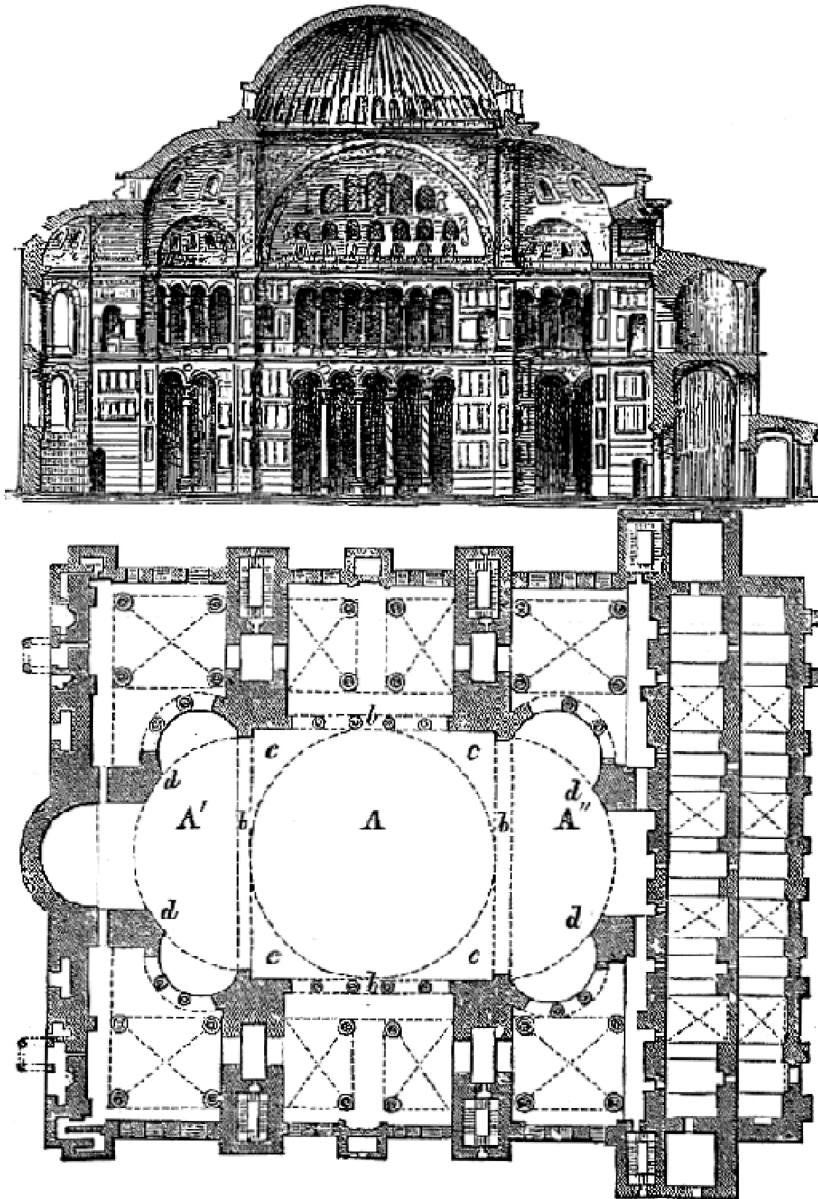


Fig. 3 u. 4. Aja Sophia (Grundriß und Durchschnitt).

Aja Sophija in Istanbul (Grundriss und Durchschnitt). Vermutlich erst von Suleiman dem Prächtigen (47 Jahre an der Macht. Der Salomon der Bibel?) in der 1. Hälfte des -16. Jahrhunderts erbaut.

565 regierte) die Hagia Sophia wieder aufbauen ließ, die im Nikaaufstand 532 zerstört worden war. Die Ruine wurde weggeräumt, ein größeres Areal abgesteckt, dann begannen die Bauarbeiten. Zehntausend Arbeiter brauchten für den Wiederaufbau sechs Jahre. Die neue Kuppel - Durchmesser 33 m, Höhe 55,6 m - war so raffiniert und geschickt mit Fenstern durchbrochen, dass der gesamte Innenraum der Kirche von Sonnenlicht durchflutet wurde. Von unten hatte der Betrachter den Eindruck, als sei die Kuppel frei schwebend am Himmel aufgehängt." [2], S. 64.

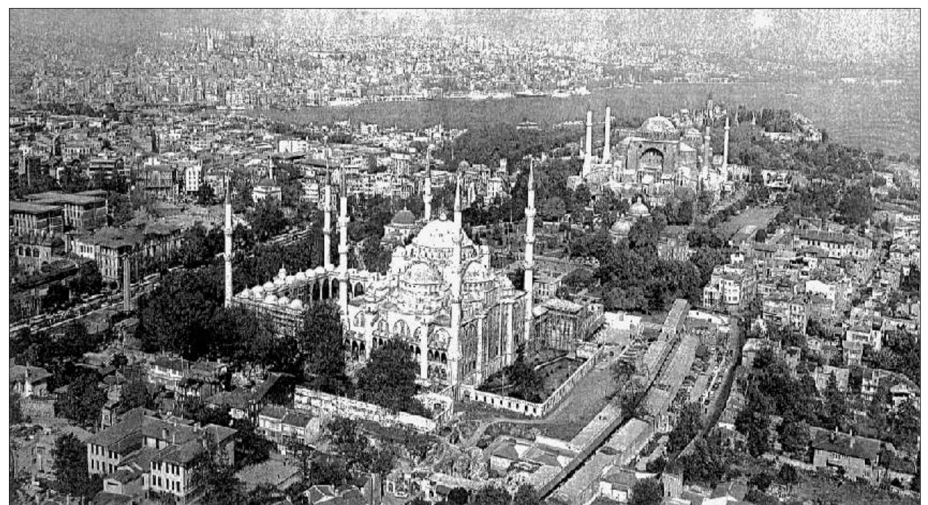
Also hat sich der Kuppelbau weiterentwickelt und vervollständigt. Brauchten die nachfolgenden Bauherren-Generationen keinen Beton mehr für die Kuppeln und Hallengewölben? Ich kann diese Annahme nicht glauben!

Eine ganz andere Sache ist, ob die hier in den Zitaten genannten historischen Daten stimmen. Sie stimmen bestimmt nicht und alles, was oben beschrieben wurde, passierte in Wirklichkeit in unserem Jahrtausend. Aber das ist schon ein ganz anderes Thema.

Wurde Beton wirklich vor dem 19. Jahrhundert jahrhundertelang nicht verwendet?

Was die Behauptung bedeuten kann, dass man Beton im Mittelalter vergessen hat, sollte einmal jemand erklären. Hoffentlich denken die Autoren solcher Behauptungen nicht, dass die mittelalterlichen Kathedralen, Burgen und Stadtmauern ohne Mörtel erbaut wurden. Denn in diesem Fall hätte ich die Lektüre des Buches [6] empfohlen, wo ständig nicht nur von Maurern die Rede ist, sondern auch von Gipsern und Mörtelmachern, vom Anrühren des Mörtels, und sogar von Zement:

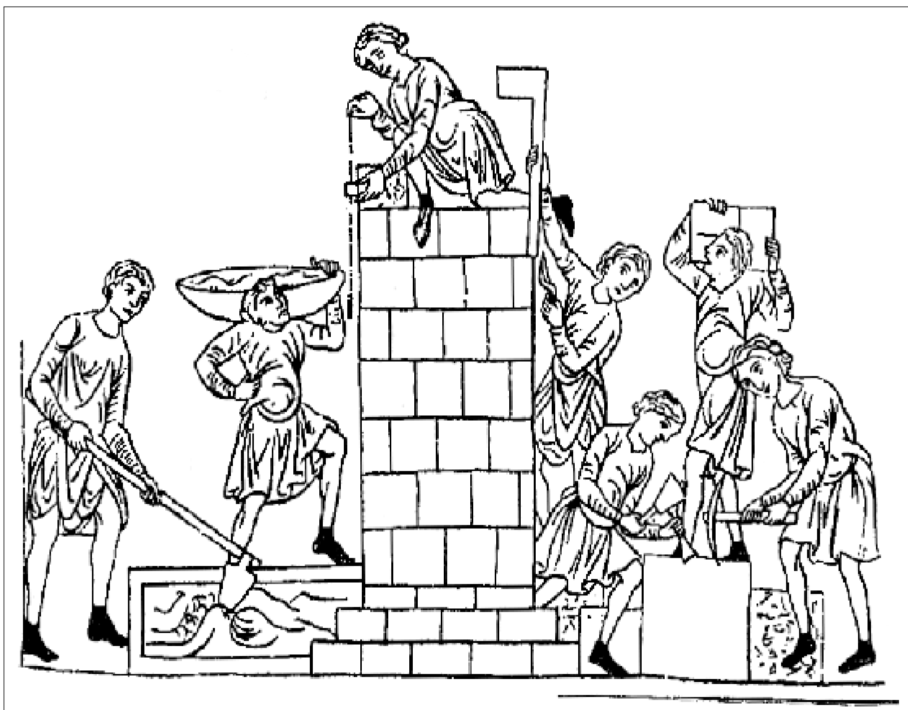
„Spezialisierte Arbeitskräfte wie Steinmetzen und Maurer beschäftigten eine bestimmte Zahl von Hilfsarbeitern, die sie bei ihrer Aufgabe unterstützen sollten und die »Gehilfen« (serviteurs oder aides) genannt wurden. Auch sie begegnen uns in den oben bereits erwähnten Büchern: »Für 5 Steinmetzen 2 Livres, 10 Sous. Für 4 Gehilfen 19 Sous. Für 3



Die stolzen Kuppeln der türkischen Hauptstadt.



Kathedralenbauer im Mittelalter: Mörtel wird in großen Mengen gemischt und im Eimer nach oben gezogen. Rechts im Korb sieht man geschlagene Steine, möglicherweise die künftige Betonfüllung.



Mittelalterliche Bauarbeiter mischen Mörtel und bringen ihn nach oben. Etwa um 1170.

Maurer, jeder 5 Tage, 1 Livre, 9 Sous und 2 Deniers. Für 5 Gehilfen, jeder 5 Tage, 1 Livre, 4 Sous und 7 Deniers.« Bestimmte Gehilfen spezialisierten sich auf die Herstellung von Mörtel und Gips: »An 2 Gehilfen für den Mörtel, jeder 4 Tage, 8 Sous. An 4 Hilfsarbeiter für Sandsieben und ***Zementherstellung****, jeder 3 Tage, 7 Sous, 4 Deniers.« In anderen Büchern werden sie als* ***Mörtel-, Zement- oder Gipsmacher*** *geführt."* (S. 50, linke Spalte; meine Hervorhebungen - E. G.). Die in diesem Zitat erwähnten Bücher sind die Buchführungsbücher der Kathedrale aus dem späten 13. Jahrhundert.

Auch die im Buch präsentierten Bilder aus dem 14. Jahrhundert (S. 36 und 37), aus der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts (S. 44, 45 und 79), zeigen ganz eindeutig das Herstellen und Transportieren des Mörtels während der Bauarbeiten an verschiedenen Kathedralen. Ich hätte all das keinesfalls als Beweise für das Vergessen des Betons betrachtet. Vielleicht könnte man in einem oder anderen Fall von der Existenz anderer Bautechniken sprechen, die die Verwendung von Beton überflüssig machten.

Als eine besondere Kostbarkeit aus der Mitte des 12. Jahrhunderts wird im Buch eine aus kleinen Einzelstücken zusammengesetzte Mosaikplatte (auf Seite 20) abgebildet. Was ist das aber anderes, als eine Betonplatte mit verschönter Oberfläche?!

Das obige Zitat über die Klobigkeit und die begrenzte ästhetische Wirkung der Kuppel des Pantheon steht im krassen Widerspruch zu folgendem Text:

„Welche Vollendung die Architekten in der Beherrschung der neuen Technik zu erreichen vermocht haben, dokumentiert das Pantheon in Rom. Dieser Tempel, der wahrscheinlich unter Trajan (reg. 98-117) begonnen und unter Hadrian in den zwanziger Jahren fertiggestellt worden ist, besitzt eine monumentale Kuppel mit einem Durchmesser von 43,30 Metern. Keiner der großen Kuppelbauten der Renaissance oder des Barock hat die Ausmaße der Kuppel des Pantheon übertroffen. Die ästhetische Wirkung dieses Innenraumes beruht wesentlich darauf, dass die Distanz zwischen dem Boden und dem höchsten Punkt der Kuppel genau ihrem Durchmesser entspricht; würde man die Kreislinie der Kuppel vollenden, so berührte sie den Boden. Unter bautechnischem Aspekt ist bemerkenswert, dass der Architekt sich aus Gründen der Statik bemüht hat, das Gewicht der Kuppel so gering wie möglich zu halten, und zwar mittels der Kassetten und durch die Verwendung eines leichten Gussmörtels, für den man Bimsstein als Zuschlag genommen hatte." [5], 265-266.

Das Zitat zwang mich, an die Annahmen von N. A. Morozow, A. T. Fomenko, Gernot L. Geise, Uwe Topper und vielen anderen Chronologie-



Mühlen in einer Bäckerei in Pompeji. Klar zu sehen ist die kernige Struktur des Materials (wahrscheinlich Beton mit einer Füllung aus Kies). Datiert in das 1. Jahrhundert, in Wirklichkeit wahrscheinlich erst 15. Jahrhundert.

kritikern zu erinnern, die an der frühen Existenz Roms gezweifelt haben oder auch heute noch zweifeln. Vielleicht bedeutet das letzte Zitat nur, dass die Jahre des Pantheon-Kuppelbaus (heute als 118-128 angegeben) um etwa eineinhalbtausend Jahre geändert werden müssen?! Und dann werden wir kaum von der für längere Zeit vergessenen Betonbautechnik sprechen können. Insbesondere, wenn wir berücksichtigen [4], *„Leonardo da Vinci beschrieb Ende des 15. Jh. ein Verfahren zur Herstellung von Betonblöcken für eine Hafenmauer"*, Band 3, S. 176-177.

Mir scheint, dass die Erfindung des Betons im Spätmittelalter stattfand, in welchem heute einige radikale Geschichtsrevisionisten die beiden antiken Hochkulturen, die griechische und die römische, ansiedeln (auch die ägyptische scheint in diese Zeit zu fallen) und seitdem die Beton-Benutzung nie mehr unterbrochen wurde.

Auch die oben behauptete Neuentwicklung des Betons im frühen 19. Jahrhundert widerspricht einigen Angaben. Nach der Großen Sowjetischen Enzyklopädie, Band 3, Spalte 828: *„... die Verwendung von Beton in Westeuropa schon im 18. Jh. und nicht im 19. stattgefunden habe"*. Dass es dabei keinesfalls um das Ende des 18. Jahrhunderts, sondern eher um den Anfang geht, beweist die Tatsache, dass in der Nähe von St.-Petersburg Anfang des 18. Jahrhunderts sogar eine Zementfabrik existierte. Für Betonierarbeiten während der Errichtung des Ladoga-Kanals wurde dieser Zement laut Archiveintragungen in den Jahren 1728/29 verwendet.

Beton in der Cheopspyramide?

So wurde ein Kapitel im Buch [7] genannt. Ähnlich klingende Kapitel haben auch mehrere russische Bücher von A. T. Fomenko und G. B. Nosovski (F&N), z. B.

- „Das biblische Russland", 1998

und die Neuesten

- „Einleitung in die neue Chronologie (In welchem Jahrhundert leben wir?)", 1999.
- „Die Rekonstruktion der allgemeinen Geschichte", 1999.

Diese These vertritt seit 1979, seit dem Zweiten Internationalen Kongress der Ägyptologen in Grenoble, der Chemiker Prof. Dr. Joseph Davidovits. Gleichzeitig begann er zu behaupten, dass auch einige altägyptische Vasen nicht aus natürlichem Stein, sondern aus Steinguss hergestellt worden seien.

Joseph Davidovits (Jahrgang 1935) startete seine Karriere in Frankreich, wo er als Chemie-Ingenieur ausgebildet wurde. Danach studierte er in Mainz und Düsseldorf. Er promovierte in Deutschland als Chemiker, arbeitete und heiratete hier. Seit 1979 und bis heute ist er Professor und Direktor des Instituts für Geopolymere (seine Bezeichnung für neue von ihm entwickelte Baustoffe, die er aufgrund seiner Forschung an den Pyramidenbaustoffen erfunden und patentiert hat) in Saint-Quentin, Frankreich.

Professor J. Davidovits gründete und leitete als Direktor das amerikanische Institut für Angewandte Archäologische Forschung (1983-89, Barry University in Miami, Florida/USA). 1989 summierte er seine Ergebnisse zum Thema „Beton in den ägyptischen Pyramiden" in einem Buch [8], das vier Auflagen hatte und nun leider vergriffen ist.

Zurzeit hat er ein neues Buch geschrieben, das die Ergebnisse der Forschung der 90er mit enthält.

Die Hypothese von Professor Davidovits

Prof. J. Davidovits vertritt die Meinung, dass die ägyptischen Pyramiden aus einer Art Beton hergestellt worden seien. Dabei beruft sich Davidovits auf eigene chemische Analysen, auf seine Forschung und ihre Anwendung zur Herstellung von geopolymeren Gegenständen, aber auch *„auf einige uralte Texte, wonach Pharao Djoser von einem göttlichen Wesen die Anweisung erhalten habe, Gesteinsbrocken aus der näheren Umgebung zu zerstoßen und zu Baumaterial zu mischen."* [7], S. 99.

Er und seine Mitarbeiter haben herausgefunden, dass eine ähnliche Technik auch in den alten südamerikanischen Kulturen Anwendung fand.



Wurden die ägyptischen Pyramiden zum größten Teil aus Beton erbaut?

Nun zum Zerstoßen von Steinen. F&N sind noch der Meinung, dass die Steine mechanisch zermahlen wurden. Sie bringen ein Foto einer Steinmühle, die in der ägyptischen Wüste gefunden wurde. Weil die zu zermahlenden Steine nicht besonders hart waren, meinen F&N (ohne dabei in die Details zu gehen oder zu den Berechnungen herunterzusteigen), dass diese Arbeit machbar war.

J. Davidovits geht einen Schritt weiter: Er zeigte empirisch, dass eine mechanische Zersetzung der Steine überhaupt nicht nötig war. Er demonstrierte den erstaunten Ägyptologen, wie sich die Steine im Laufe einer Nacht in einer Flüssigkeit zersetzten, die aus Wasser mit gewissen organischen Beimischungen bestand. Die so entstandene zähflüssige „Mörtelmischung" konnte danach zur Baustelle gebracht werden, dort mit Sand oder weiteren Steinen gemischt und in die Pyramidenblöcke verbaut werden.

Der Wissenschaftler vertritt seine Hypothese seit Anfang der achtziger Jahre. Er hat mehrere Vorträge an ägyptologischen Kongressen gehalten und rund zehn Artikel zum Thema veröffentlicht. Und er präsentierte seine Ergebnisse in vielen Zeitungen und Zeitschriften, in zahlreichen Rundfunk- und Fernsehsendungen.

An dieser Stelle zitieren wir weitere Einzelheiten [7], S. 99-100:

„Davidovits ist nach Analysen, die er an Gesteinsproben von drei Pyramiden und aus zwei Steinbrüchen (Tura und Mokhatan) durchgeführt hat, zu dem Ergebnis gekommen, dass beim Bau anscheinend Beton zum Einsatz gekommen sei. In den Steinquadern der Cheopspyramide hat Davidovits Spurenelemente gefunden, beispielsweise Zeolithe. Diese Substanzen kommen in normalem Kalkstein nicht vor. Quantitative Untersuchungen ergaben einen Anteil von 13 % an Substanzen, die Davidovits als ‚polymere Bindemittel' zusammenfasst."

Auch die physikalischen Größen (Dichte, Porosität, Feuchtigkeitsgehalt) würden sich signifikant von herkömmlichem Kalkstein unterscheiden, was eigentlich nicht verwunderlich ist, weil es dort keinen gibt. Mikroskopische Untersuchungen des Steinbruchmaterials zeigten rein kristalline Kalzit-Gitterstrukturen bei konstanter Dichte, und Kalkmuschelfragmente. Das Baumaterial zeige hingegen Dichteschwankungen und weise sogar eingeschlossene Luftbläschen auf.

Das Bindemittel bestehe nach den Analysen aus Natriumkarbonat, verschiedenen Phosphaten (aus Knochen und Guano hergestellt), aus Quarz und Aluminiumsilikat, das in Ägypten nur im Nilschlamm vorkommt.

Davidovits' Erklärung: Man habe Muschelkalksteinbrocken mit einem geopolymeren Bindemittel versetzt und diese Masse anschließend aushärten lassen.

Als Beleg für seine Hypothese verweist Davidovits auf die sogenannte „Haut" der Pyramiden. Das ist eine einen Millimeter dicke Oberflächenschicht, die vollständig aus Bindemittel zu bestehen scheint. Sie könnte durch eine Entmischung während des Härteprozesses entstanden sein. Gegossene Betonblöcke würden das nahtlose Aneinanderpassen der Steinblöcke erklären. Dazu muss gesagt werden, dass die äußeren einzelnen Steinblöcke, wenigstens die sichtbaren, durchaus nicht so nahtlos aneinander passen wie die der inneren Gänge und Räume. Und weiterhin stellt sich die Frage, warum man dann zwischen die Steinquader eine, wenn auch nur millimeterdicke Mörtelschicht verbaut hat?

Zu den letzten zwei Bemerkungen sei Folgendes gesagt:

Die äußeren Blöcke der Pyramide sind den Kräften der Natur und der zerstörerischen Wirkung der menschlichen Rasse ausgesetzt. Im Unterschied zu den Blöcken im Inneren der Pyramide erwärmen sich die Blöcke stark an Sommertagen und kühlen sich in der Nacht ab. Starke Winde tragen die abgebrochenen Körnchen weg. Die entstehenden Risse benutzen die Touristen, um kleine Stücke von Pyramidensteinen als Souvenirs zu ergattern. Übrigens gibt es Hinweise darauf, dass in der Höhe von fünfzig Metern und mehr der Zustand der Steinblöcke viel besser ist.

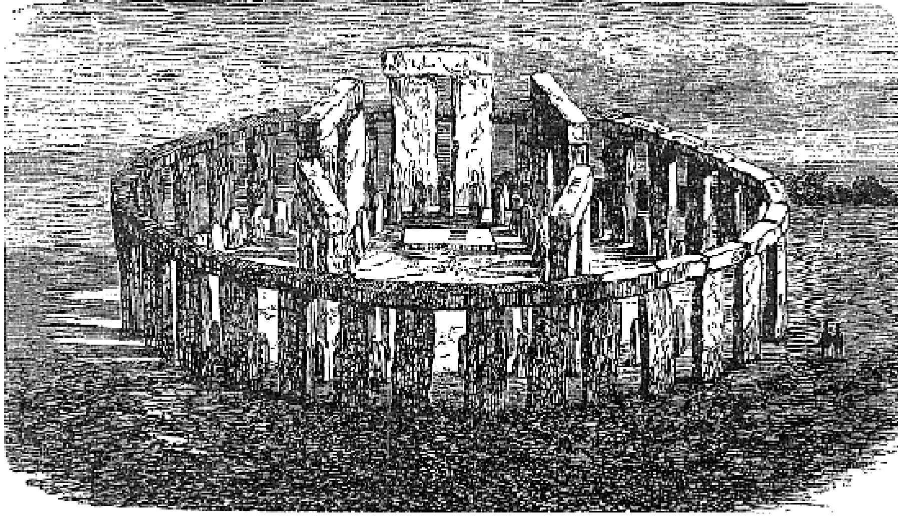
Die millimeterdicke Mörtelschicht (in Wirklichkeit eine Kalkschicht) zwischen den Betonblöcken diente der Trennung der Letzteren voneinander. Wäre die ganze Pyramide als ein Monolith gegossen, hätte man den thermisch bedingten Spannungen im Pyramidenkörper nicht mehr Herr werden können. So konnten die Blöcke sich gegenseitig etwas bewegen und Risse im Inneren vermeiden. Die Kalkschicht wurde dabei zusammengepresst, aber die Blöcke blieben intakt.

Auch die Pyramiden der Kelten waren aus Beton

Unter diesem Titel erzählte der französische Autor Charroux [9] über die Verwendung von Beton durch die Kelten.

Charroux präsentiert die Meinung eines erfahrenen Mineralogen und berufstätigen Chemikers, der jahrelang steinerne Monumente der Kelten (Tumuli) in Gallien untersuchte und Bodenanalysen durchführte, wobei er Proben in unmittelbarer Nähe der Ruinen entnahm. Die Ergebnis-

Tafel II. Keltische Bauten.



Rekonstruktion eines steinernen Kreises in Salisbury, England. War das früher nur eine steinerne Karkasse eines runden Tempels aus Beton?

se der Bodenanalysen führten ihm zum eindeutigen Schluss: Die Bauten wurden unter Verwendung von Beton (oder Mörtel) errichtet. Übrigens sind die Böden um diese Denkmäler sehr kompakt, weil sie aus kristalliner Kieselerde oder aus einem sozusagen sekundären Beton aus Kieselerde und Kalk bestehen.

Noch mehr, auch die Böden um die Dolmen und Menhire sollen die gleichen Bodenanlysen-Ergebnisse liefern: Die Reste von Beton und Mörtel sind langsam in den Boden eingedrungen. Die Erklärung für dieses Phänomen der im zubetonierten Boden fest verankerten Menhire: Auch diese wurden ursprünglich nur als Stützen für eine steinerne Verschalung errichtet. Menhire sollen als Stelen oder Kolonnen aus primitivem Beton in den früheren Zeiten funktioniert haben. Später löste sich Beton durch Natureinwirkungen auf, und die Reste der Mörtelmischung versanken in Boden um die Menhire.



Ein Tumulus der Kelten: Wurden hier primitive Betonsorten verwendet?

Die bis heute erhaltenen Steine und Steinplatten der Dolmen bildeten die inneren Kammern der heutigen Denkmäler, von außen waren sie zubetoniert oder mit einer durch Mörtel zusammengehaltenen, steinernen Masse bedeckt. Mit der Zeit löste sich auch diese steinerne Verschalung von den massiven Steinen der Dolmen ab. Die so im weiteren Verlauf der Zeit entstandenen Steinhaufen wurden meistens durch Menschen anderweitig verwendet, die Reste des Betons oder Mörtels versanken im Boden und verbetonierten ihn.

Charroux behauptet, dass es zu erwiesenen Tatsachen gehöre, dass die Kelten Mörtel und Zement kannten. Er verweist auf das Buch [10] (leider ohne genauere bibliografische Angaben), worin nachgewiesen sein soll, dass die Backöfen des Paläolithikums mindestens in einigen Gegenden aus Beton gebaut wurden.

Wieso überlebten die Betonbauten der Kelten nicht bis heute, wie es die ägyptischen Pyramiden getan haben? Dafür gibt mehrere Erklärungen:

- Nicht ausgereifte Technologie der Herstellung von Beton (vermutlich kein ausreichendes Zermahlen des künftigen Zements und nicht vollständiges Trocknen, keine Verwendung von organischen Zusatzsubstanzen).
- Die schlechten Wetterbedingungen mit kaltem Winter und viel Regen: Durch die Risse in das Innere eingedrungene Wassermassen froren im Winter und sprengten die Bauten.
- Die unglückliche Kombination aus Naturstein und Beton, die unterschiedliche Dehnungskoeffizienten bei Erwärmung besitzen, was zum schnellen Abspalten der Verschalung von der steinernen Karkasse und zur Bildung der Risse geführt haben soll.

Und im Übrigen sind an einigen wenigen Stellen die Reste von altem Beton erhalten geblieben: zwischen zwei Marmorblöcken oder im Schutze eines Steinpanzers, wie Charroux auf S. 69 zu berichten weiß.

Literatur

1. Lexikon der Zukunft, Beton, Die Welt, 21. Mai 1999, S. 32.
2. Isaac Asimov, „500 000 Jahre Erfindungen und Entdeckungen“, Augsburg 1996.
3. Brockhaus Lexikon, München 1982.
4. Meyers Großes Taschenlexikon in 24 Bänden, Mannheim etc. 1995.
5. Dieter Hägermann, Helmuth Schneider, „Landbau und Handwerk, 750 v. Chr. Bis 1000 n. Chr.“, Propyläen Technikgeschichte, Erster Band, Berlin 1997.
6. Jean Gimpel, „Die Kathedralenbauer“, Deukalion, Holm 1996.
7. Gernot L. Geise, „Die Pyramiden - eine Brücke vom Mars“, Hohenpeißenberg 1998.
8. Joseph Davidovich, Margie Morris, „The Pyramids: an enigma solved“, New York 1989; Dorset Press 1990.
9. Charroux, „Unbekannt. Geheimnisvoll. Phantastisch. Auf den Spuren des Unerklärlichen“, Econ 1970, Droemer Knaur 1980.
10. Abbe Breuil, Professor Lantier, Les Homes de la Pierre Ancienne.

(Erstveröffentlichung in EFODON-SYNESIS Nr. 1/2000)

■